

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Forschung, Technologie
und Raumfahrt

Zuwendungsempfänger:

RWTH Aachen University, Institut für Technische und Makromolekulare Chemie
Lehrstuhl für Heterogene Katalyse und Technische Chemie

**Modellregion, Bio4MatPro: BoostLab 1-3 – Bio4Clean, Funktionale Diole und Diamine als Baustein
neuer nachhaltiger Funktionspolymere für die Anwendung in Wasch- und Reinigungsmittel; TP A**

Rebecca Sebers, Leon Klug, Andrij Pich und Regina Palkovits

Förderkennzeichen: 031B1141B

Teil 1: Kurzbericht

Das diesem Bericht zugrundeliegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Forschung, Technologie und Raumfahrt unter dem Förderkennzeichen 031B1141B gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.

1. Aufgabenstellung

Im Rahmen des Projekts Bio4MatPro: Boost-Lab1-3 – Bio4Clean stand die Entwicklung nachhaltiger Funktionspolymere im Mittelpunkt, die zur Leistungssteigerung von Wasch- und Reinigungsmitteln beitragen sollen. Polymere sind Makromoleküle, die aus sich wiederholenden Bausteinen (Monomeren) bestehen. Derzeit basieren diese Monomere überwiegend auf petrochemischen Rohstoffen, die weder ökologisch nachhaltig noch langfristig zukunftsfähig sind.

Ziel von Bio4Clean war es, das Potenzial nachwachsender Rohstoffe und von Kunststoffrecyclingströmen als erneuerbare Alternativen für die Herstellung solcher Funktionspolymere zu erschließen. Dabei sollten ausschließlich regionale Rohstoffquellen, wie etwa Zuckerrüben oder Raps, eingesetzt werden, um zur Ressourcenwende und zum Aufbau einer biobasierten, wettbewerbsfähigen Chemieindustrie beizutragen.

Besonderes Augenmerk lag auf Diole, Disäuren und Diamine als zentrale Polymerbausteine, da diese die Herstellung von biologisch abbaubaren, wasserlöslichen Polymeren ermöglichen. Für den Einsatz solcher Polymere als funktionelle Zusatzstoffe in Waschmitteln ist jedoch entscheidend, dass sie chemisch modifizierbar sind. Das Problem besteht darin, dass reaktive Funktionsgruppen häufig bereits während der Polymerisation reagieren und anschließend nicht mehr für die gewünschte Nachfunktionalisierung zur Verfügung stehen. Daher verfolgte das Projekt den Ansatz, Monomere mit stabilen, universell einsetzbaren Kupplungsgruppen (z. B. geschützte Amin-, Carboxyl- oder Hydroxylgruppen) zu entwickeln. Diese Gruppen bleiben während der Polymerherstellung unverändert und können anschließend gezielt zur Anbindung waschaktiver Funktionseinheiten genutzt werden. Dieser innovative Herstellungsansatz schafft die Grundlage für maßgeschneiderte Funktionspolymere, die gezielt auf unterschiedliche Anforderungen von Waschmitteln abgestimmt werden können, wie etwa zur Verbesserung des Fleckentfernens, Farbschutz, Vermeidung von Vergrauung, Erhalt von Weichheit oder einem angenehmen Griff der Textilien. Das Projekt deckte die gesamte Wertschöpfungskette von der Gewinnung funktionaler Monomere aus nachwachsenden Rohstoffen über die Entwicklung funktionalisierbarer Polymer-Vorprodukte und deren gezielte Modifizierung bis hin zur anwendungsnahen Prüfung der resultierenden Polymere hinsichtlich ihrer Eignung für Waschmittel ab.

2. Planung und Ablauf des Vorhabens

Das Projekt wurde gemeinschaftlich von drei Partnern umgesetzt:

- Prof. Regina Palkovits (RWTH Aachen, Lehrstuhl für Heterogene Katalyse und Technische Chemie),
- Prof. Andrij Pich (RWTH Aachen, Lehrstuhl für Funktionale und Interaktive Polymere, DWI – Leibniz-Institut für Interaktive Materialien e.V.) und
- Henkel AG & Co. KGaA (Düsseldorf).

Diese Partner deckten komplementäre Abschnitte der Wertschöpfungskette von der Herstellung nachhaltiger Monomere über die Polymersynthese bis zur industriellen Anwendung ab.

Der Lehrstuhl von Frau Professor Palkovits (PA) konzentrierte sich auf die Identifikation, Synthese und Bewertung geeigneter Bausteine aus erneuerbaren Quellen. Dabei wurden sowohl die chemische Machbarkeit als auch das Potenzial eines regionalen Upscalings untersucht.

Der Lehrstuhl von Herrn Professor Pich (PI) übernahm die Polymerentwicklung. Hier wurden die gewonnenen Monomere auf ihre Eignung zur Synthese nachhaltiger, funktionalisierbarer Polymere geprüft. Die Polymerisationsbedingungen wurden optimiert, um Materialien mit definierten Eigenschaften zu erzeugen. Darüber hinaus wurden Postmodifizierungen durchgeführt, um gezielt waschaktive Seitengruppen in die Polymere einzubauen.

Henkel (H) brachte sein umfassendes Know-how aus der Wasch- und Reinigungsmittelindustrie ein. Das Unternehmen unterstützte die Auswahl geeigneter Funktionsgruppen, begleitete die Synthese der Funktionspolymere und führte anwendungsorientierte Tests durch. Ziel war die Bewertung der entwickelten Materialien hinsichtlich ihrer Leistungsfähigkeit und ihrer Eignung für den industriellen Einsatz in nachhaltigen Waschmittelformulierungen.

3. Resümee der wesentlichen Ergebnisse

3.1. Arbeitspakete und Meilensteine

Das Projekt umfasste die vollständige Prozesskette von der Herstellung funktioneller Monomere über die Entwicklung und Modifizierung funktionalisierbarer Polymere bis hin zur anwendungsorientierten Prüfung. Die einzelnen Arbeitspakete und Meilensteine sind in Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1: Arbeitspakete und Meilensteine von Bio4Clean

Arbeitspakete	Projektpartner
AP1: Auswahl der Zielstrukturen der funktionalen Diole und Diamine mit Kupplungsgruppe	PA, PI, H
AP2: Synthese der Zielstrukturen funktionaler Diole und Diamine mit Kupplungsgruppe (Meilenstein 1)	PA
AP3: Design der Funktionspolymere	PA, PI, H
AP4: Entwicklung der Funktionspolymere (Meilenstein 2)	PI, H
AP5: Testung der Polymereigenschaften (Meilenstein 3)	PI, H
AP6: Technische Routen ausgewählter funktionaler Diole und Diamine mit Kupplungsgruppe	PA
AP7: Technische Routen für Funktionspolymere (Meilenstein 4)	PI

3.2. Zusammenfassung der Ergebnisse

Im Verlauf des Projekts wurde eine Bibliothek von über 15 funktionalen Monomeren aufgebaut, die aus nachhaltigen Rohstoffen synthetisiert werden können. Diese Monomere dienten als Grundlage für die Herstellung waschaktiver Polymere, deren Synthesebedingungen (u. a. Temperatur, Reaktionszeit, Katalysatormenge) systematisch untersucht und optimiert wurden. Alle Zwischen- und Endprodukte wurden umfassend analytisch charakterisiert.

Die wasserlöslichen Polymere wurden anschließend in industriellen Leistungstests auf ihre Wirksamkeit überprüft. Dabei standen Parameter wie Kalkbindung und Farbübertragungsinhibition im Fokus.

Obwohl die entwickelten Substanzen vielversprechende Ansätze zeigten, erreichte keine der getesteten Verbindungen die Leistungsfähigkeit bestehender kommerzieller Inhaltsstoffe. Zudem erwiesen sich einige der Materialien als nicht ausreichend biologisch abbaubar.